расчётное исследование токопрохождения в вакуумном диоде с лазерным поджигом

В.А. Гасилов, А.Ю. Круковский, В.Г. Новиков, \*И.В. Романов, И.П. Цыгвинцев

ИПМ РАН, Москва, РФiliatsygvintsev@gmail.com
\*ФИАН, Москва, РФ. romanov@sci.lebedev.ru

В работах [1,2] экспериментально исследованы динамика и эмиссионные свойства плазмы быстрого лазерно-индуцируемого вакуумного разряда малой и средней мощности в широком диапазоне энергий и плотностей мощности лазерного импульса. В частности показано, что время развития разряда (время образования плазменной перемычки между анодом и катодом) определяется плотностью мощности лазерного излучения на катоде, а процесс пинчевания плазмы при токопрохождении в диоде находится в зависимости от массы аблированного лазерным излучением вещества. В дальнейшем для разработки источников рентгеновского, VUV-излучения, многозарядных ионов на основе таких разрядов важным является построение математической модели совокупности плазменных процессов, протекающих в разряде. Корректировка модели по экспериментальным данным позволит выполнять расчеты по предсказательному моделированию и оптимизации параметров системы для достижения характеристик разряда, требуемых в различных приложениях.

Целью настоящей работы являлось численное моделирование процессов, протекающих в вакуумном диоде при инициировании в нём электрического тока посредством воздействия на катод импульса лазерного излучения. Модель описывает в R-Z геометрии формирование «факела» лазерной плазмы, а также МГД эффекты (пинчевание и др.), обусловленные прохождением по плазме электрического тока. Модель учитывает эффекты, связанные с двухтемпературностью, нестационарность ионизации, выносом вещества с поверхности катода током и потерями энергии на излучение. Временная зависимость тока, протекающего в системе и площадь пятна эмиссии, предполагаются заранее заданными.

Результаты вычислительного эксперимента позволяют утверждать, что численная модель в целом адекватно отражает физическую картину развития токового импульса в диоде при заполнении его лазерной плазмой. Достигнуто хорошее качественное и удовлетворительное количественное согласие с данными экспериментов и теоретическими оценками по времени и месту образования пинча, величинам температуры и плотности.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект №12-02-00708).

Литература

1. Romanov I.V., Rupasov A.A., Shikanov A.S., Paperny V.L. at al. // J. of Phys. D: Appl.Phys. 2010. V.43. (7pp)
2. И.В. Романов, В.Л. Паперный, Ю.В. Коробкин, Н.Г. Киселев, А.А. Рупасов, А.С. Шиканов. // ПЖТФ. 2013. Т.39. В.8, С.62–70.